

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-210092
(43)Date of publication of application : 12.08.1997

(51)Int.Cl. F16D 25/14
B60K 41/22

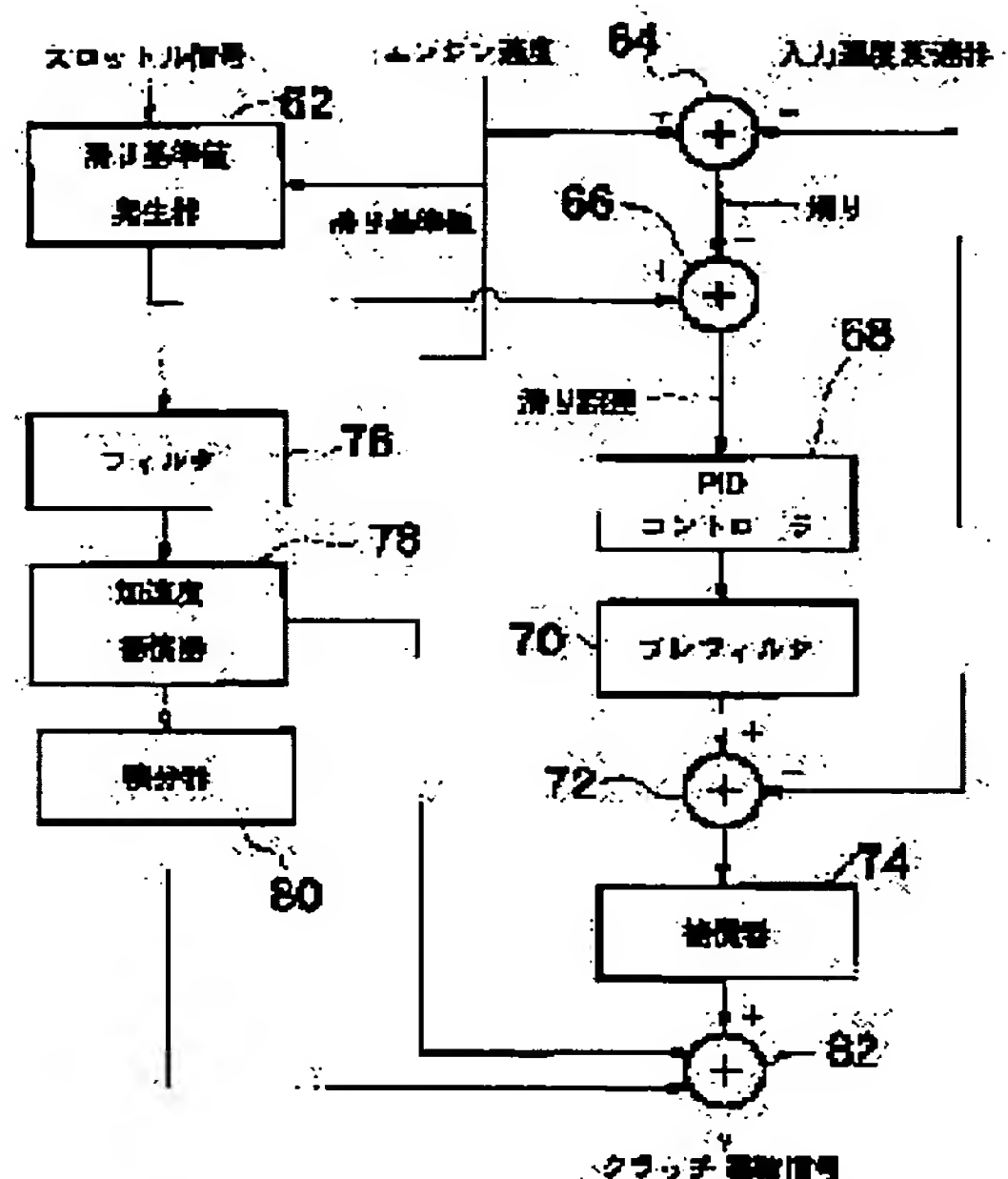
(21)Application number : 09-020599 (71)Applicant : EATON CORP
(22)Date of filing : 03.02.1997 (72)Inventor : SLICKER JAMES MELVIN
CHAN KWOK WAH

(30)Priority
Priority number : 96 597573 Priority date : 02.02.1996 Priority country : US

(54) SLIDE MODE CONTROL METHOD OF AUTOMATIC CLUTCH AND DEVICE THEREOF

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a controller of an automatic clutch for vehicle which can reduce vibration response for clutch connection and a method thereof.
SOLUTION: An automatic clutch controller generates a clutch operation signal which controls a clutch actuator. A clutch connection signal brings input speed of a measuring transmission close to engine speed gradually by using a model which is almost reverse to vibration response to connect a friction clutch. The controller generates a slide reference value signal as functions of a throttle position and engine speed and compares the value with actual slide value. The controller is provided with a PID controller 68 which responds to a difference between the slide value and slide reference value, a pre-filter 70 which processes a PID signal obtained by the PID controller 68, and a compensator 74 which is constituted in such a manner that minute setting in accordance with individual vehicle or type of vehicle by reducing sensitivity of a system closed loop for fluctuation of vehicle parameters is unnecessary.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.02.2003
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-210092

(43)公開日 平成9年(1997)8月12日

(51)IntCl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 D 25/14	6 4 0		F 1 6 D 25/14	6 4 0 A
B 6 0 K 41/22			B 6 0 K 41/22	

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平9-20599

(22)出願日 平成9年(1997)2月3日

(31)優先権主張番号 5 9 7 5 7 3

(32)優先日 1996年2月2日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 390033020

イートン コーポレーション
EATON CORPORATION
アメリカ合衆国, オハイオ 44114, クリ
ーブランド, イートン センター (番地
表示なし)

(72)発明者 ジェームス メルビン スリッカー
アメリカ合衆国 ミシガン 48324 , ウ
エスト ブルームフィールド, ハーディス
ティ 7344,

(74)代理人 弁理士 尊 経夫 (外2名)

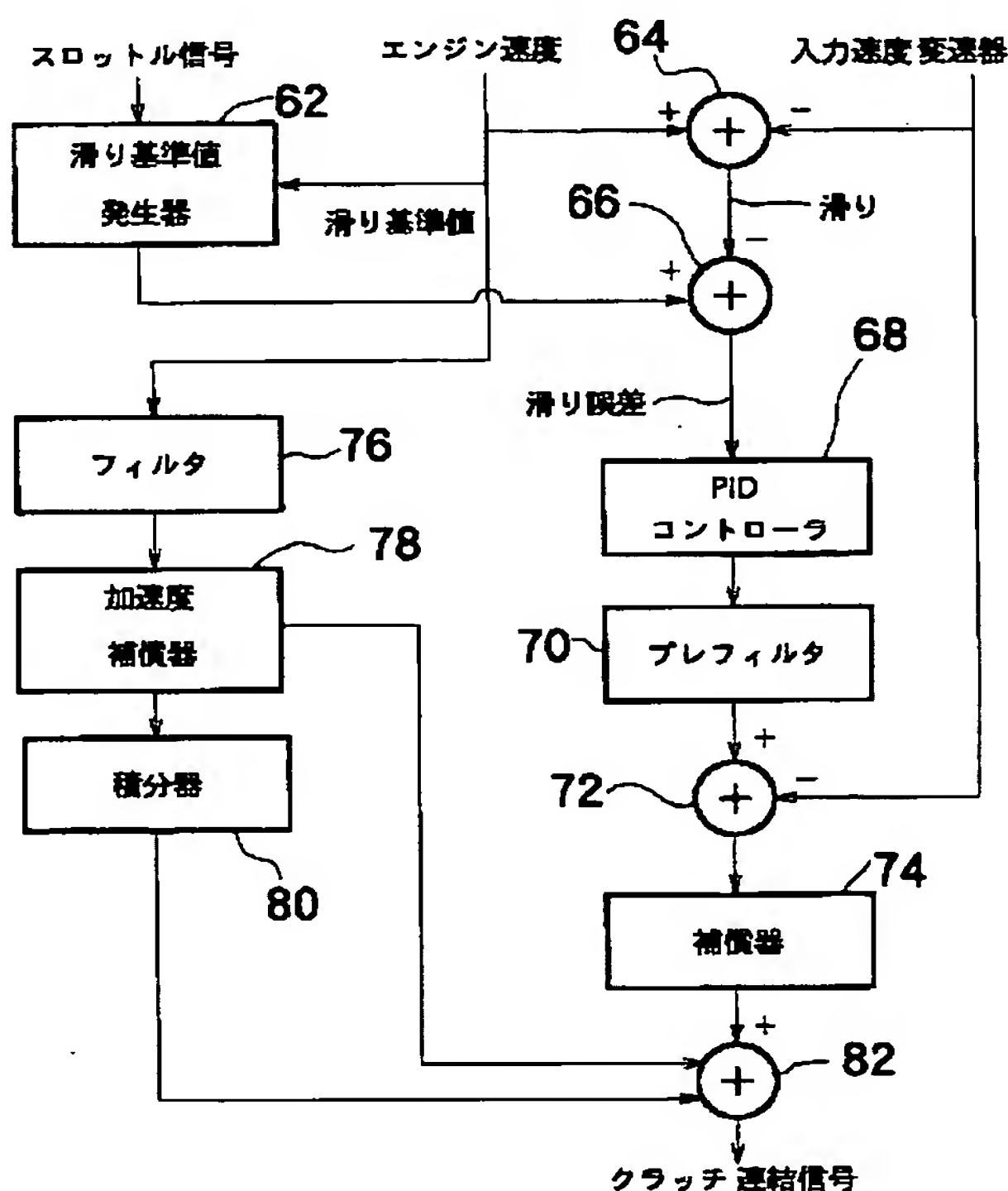
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 自動クラッチの滑りモード制御方法および装置

(57)【要約】

【課題】 クラッチ連結に対する振動応答を減少させることができる車両用の自動クラッチのコントローラおよび方法を提供する。

【解決手段】 自動クラッチコントローラは、クラッチアクチュエータを制御するクラッチ作動信号を発生する。クラッチ連結信号は、振動応答のほぼ逆のモデルを用いて測定変速機入力速度をエンジン速度に漸近的に接近させるようにして、摩擦クラッチを連結させる。コントローラは、スロットル位置及びエンジン速度の関数として滑り基準値信号を発生し、それを実際の滑り値と比較する。コントローラは、滑り値と滑り基準値との差に応答するP I D制御器68と、それから得られたP I D信号を処理するプレフィルタ70と、車両パラメータの変動に対するシステム閉ループ感度を低下させることにより個々の車両または車種に合わせて細かく設定する必要性が少ないように構成された補償器74とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 スロットル（12）によって制御されるエンジン（10）と、エンジン（10）に連結された入力軸（25）および変速機（30）の入力部に連結された出力軸（35）を備えた摩擦クラッチ（20）と、スロットル信号を発生するスロットル位置センサと、エンジン（10）に連結されてエンジン速度信号を発生するエンジン速度センサ（13）と、摩擦クラッチ（20）の出力軸（35）に連結されて、摩擦クラッチ（20）の出力軸（35）の回転速度に対応した変速機入力速度信号を発生する変速機入力速度センサ（31）と、摩擦クラッチ（20）に連結されて、クラッチ連結信号（28）に従って摩擦クラッチ（20）の切り離し位置から完全連結位置までわたる連結の制御を行うクラッチアクチュエータ（27）とを含む動力伝達系統における自動クラッチのコントローラ（60）であって、スロットル信号にตอบสนองして、スロットルとエンジン速度との関数である滑り基準値信号を発生する滑り基準値発生器（62）と、入力速度とエンジン速度と滑り基準値信号とから滑り誤差信号を発生する回路と、滑り誤差信号にตอบสนองして滑り誤差を調整するPID（比例・積分・微分）制御器（68）と、調整された滑り誤差にตอบสนองして、滑り誤差信号を最小に抑えることができるようにクラッチ連結信号を発生する制御回路とを有し、滑り基準値信号に従って滑りを制御することを特徴とする自動クラッチのコントローラ。

【請求項2】 滑り基準値発生器（62）はエンジン速度の割合から滑り基準値信号を発生し、その割合はスロットル値の増加に伴って減少することを特徴とする請求項1に記載の自動クラッチのコントローラ。

【請求項3】 滑り基準値発生器（62）は、スロットル値が0%の場合にエンジン速度が100%となり、設定された所定のスロットル値でエンジン速度を0%となるように漸減する滑り基準値信号を発生することを特徴とする請求項1に記載の自動クラッチのコントローラ。

【請求項4】 滑り誤差信号を発生する回路は、エンジン速度信号と（変速機）入力速度信号との差から滑り信号を決定する第1代数加算器（64）と、滑り基準値信号と滑り信号との差から滑り誤差信号を決定する第2代数加算器（66）とを有していることを特徴とする請求項1に記載の自動クラッチのコントローラ。

【請求項5】 制御回路は、3次ノッチフィルタを有する補償器（74）を含むことを特徴とする請求項1に記載の自動クラッチのコントローラ。

【請求項6】 スロットルがほぼ閉じているときに自動制御を使用禁止にする自動オフモードと、スロットル値が最小設定値より高いときにクラッチを接点（81）に制御移動させる接点制御モードと、接点（81）が得られたときに自動制御回路を作動さ

せて、スロットルおよびエンジン速度信号に従ってクラッチ滑り値を制御する滑りモードと、アップシフトが発生したときに入るロックアップモードとを定めるモード論理回路を備えていることを特徴とする請求項1に記載の自動クラッチのコントローラ。

【請求項7】 制御回路は、調整された滑り誤差にตอบสนองして補償信号を発生する補償器（74）と、

フィードフォワード回路と、

10 補償された信号とフィードフォワード出力とを合計してクラッチ連結信号を発生する手段と備えていることを特徴とする請求項1に記載の自動クラッチのコントローラ。

【請求項8】 フィードフォワード回路は、エンジン速度にตอบสนองしてリード信号を発生する微分補償器（78）と、

リード信号にตอบสนองして積分信号を発生する積分器（80）とを備えており、リード信号および積分信号によってフィードフォワード出力を有するようにしたことを特徴とする請求項7に記載の自動クラッチのコントローラ。

【請求項9】 摩擦クラッチ（20）を介して、スロットル（12）により制御されるエンジン（10）によって駆動される入力軸（25）を含む歯車変速機を有し、また、摩擦クラッチ（20）を作動させるためのクラッチ作動コントローラ（60）を有し、摩擦クラッチ（20）は、最初に接触してからトルク伝達を漸増させるよう作動する係合可能な部材を有し、クラッチ作動コントローラ（60）は、滑りモードおよびロックアップモードを含む自動モードを有する車両における自動クラッチの制御方法であって、

エンジン速度、変速機入力速度およびスロットル位置を測定して対応する信号を発生する段階と、

エンジンおよびスロットルの信号の関数として滑り基準値信号を発生する段階と、

エンジン速度と入力速度とを比較することによって滑り値を決定する段階と、

滑り基準値と滑り値とを比較することによって滑り誤差を決定する段階と、

40 滑り誤差を最小に抑えるようにクラッチ作動を制御する段階とを有していることを特徴とする自動クラッチの制御方法。

【請求項10】 滑り基準値信号は、ゼロスロットル位置におけるエンジン速度から、スロットル値の増加に伴ってエンジン速度の割合が漸減して、中間のスロットル値でその割合がゼロになることを特徴とする請求項9に記載の自動クラッチの制御方法。

【請求項11】 滑り基準値信号は、ゼロスロットル位置におけるエンジン速度から、スロットル値の増加に伴ってエンジン速度の割合が漸減して、中間のスロットル

値でその割合がゼロになり、
滑り基準値がゼロの場合には、エンジン速度に従ってクラッチの作動を制御するようにしたことを特徴とする請求項 9 に記載の自動クラッチの制御方法。

【請求項 1 2】 クラッチ作動を制御する段階（6 0）は、
滑り誤差信号の比例および積分調整によって滑り誤差を変更する段階と、
入力速度信号と滑り誤差信号との差を変更することによって滑り誤差信号を最小に抑えるようにクラッチ連結信号を発生する段階とを有していることを特徴とする請求項 9 に記載の自動クラッチの制御方法。

【請求項 1 3】 クラッチ作動を制御する段階（6 0）は、
滑り誤差信号の比例および積分調整によって滑り誤差を変更する段階と、
（変速機の）入力速度信号と滑り誤差信号との差を 3 次ろ過して補償信号を発生する段階と、
エンジン速度を微分して微分信号を発生する段階と、
微分信号を積分して積分信号を発生する段階と、
補償信号、微分信号および積分信号を合計してクラッチ作動信号を発生する段階とからなることを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

【請求項 1 4】 クラッチ作動を制御する段階（6 0）は、
滑り誤差信号の比例および積分調整によって滑り誤差を変更する段階と、
（変速機の）入力速度信号と変更された滑り誤差信号とを合計する段階と、
該段階により合計された信号を、予想振動数の範囲内にあるノッチ頻度が設定された 3 次ノッチフィルタによりろ過する段階とからなることを特徴とする請求項 9 に記載の自動クラッチの制御方法。

【請求項 1 5】 接触点（8 1）が得られた後に滑りモードに入る段階と、
歯車アップシフトが発生したときに、滑りモードから出てロックアップモードに入る段階とを含み、
これにより、クラッチ作動を制御する段階（6 0）は、滑りモードにある場合にのみ滑り誤差を最小に抑えるように制御することを特徴とする請求項 9 に記載の自動クラッチの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】 本発明は、自動クラッチコントローラに関し、特に自動車の発進に対する振動応答を低減させる閉ループ自動クラッチ制御および方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】 近年、自動車の駆動システムの制御、特に大型トラックの駆動システムの制御の自動化を進めることに

する興味が増大してきている。乗用車や軽トラックに自動変速機を用いることは公知である。このような車両の自動変速機は一般的に、流体トルクコンバータおよび油圧作動式歯車を用いてエンジン軸と駆動ホイールとの間の最終駆動比を選択している。この歯車選択は、エンジン速度、車両速度等に基づいて行われる。このような自動変速機においては、エンジンから駆動軸への動力の伝達効率を低下させ、また、それに伴って、手動変速機の熟練した操作と較べて、燃料経済性および動力が極端に低下することがよく知られている。車両の作動効率が低下することから、そのような油圧自動変速機は大型トラックではあまり広範に使用されていなかった。

【0 0 0 3】 油圧自動変速機を用いた場合に作動効率の損失が生じる理由の 1 つは、流体トルクコンバータに損失が生じるからである。一般的な流体トルクコンバータは、すべてのモードで滑りを生じ、その結果、トルクおよび動力の損失が発生する。一定のエンジン速度以上では変速機の入力軸と出力軸との間を直結するロックアップトルクコンバータを備えることが公知である。この技術は、連結時に相応のトルク変速効率を与えるが、低速では効率の利得がまったくない。

【0 0 0 4】 一方、自動作動式摩擦クラッチを代用することによって、流体トルクコンバータに固有の非効率性をなくすることが提案されてきた。この代案では、油圧トルクコンバータを用いる場合には見られなかった別の問題が生じる。自動車の機械式駆動システムは一般的に、変速機と車両のトラクションホイールとの間の駆動システムにかなりのねじりコンプライアンスを示す。このねじりコンプライアンスは、変速機とデフアレンシャルとの間の駆動軸、あるいはデフアレンシャルと従動ホイールとの間の車軸に見られるであろう。独立した設計基準は、この駆動システムに大きなねじりコンプライアンスが示されることを促進させる、すなわち必然的に発生する場合が多い。大きなねじりコンプライアンスが自動車の駆動システムに存在することによって、クラッチ連結に対する振動応答が発生する。これらの振動応答は、車両の駆動システムの部品や他の部品にさらに大きな摩耗を生じさせる可能性がある。また、これらの振動応答によって、車室の不快感な振動を発生させる可能性がある。

【0 0 0 5】 クラッチ連結に対する駆動システムの振動応答は、主に変速機の入力速度、すなわちクラッチ速度のエンジン速度に接近する仕方によって決まる。これらの速度が滑らかに、例えば減衰指数関数によって接近する場合、クラッチをロックアップする際に過度のトルクが加わることはない。これらの速度が急激に接近する場合には、過渡のトルクが駆動システムに伝達されるため、車両駆動システムに振動応答が発生する。以下の特許は、本発明の譲受人に譲渡されており、本発明を部分的に導く先行技術を示している。「自動クラッチ用の閉ループ発進および徐行制御」と題する米国特許第 5, 2 9 3, 3 1 6 号

は、滑らかな連結を行うようにクラッチ作動を制御することによってクラッチ連結中の駆動系統のコンプライアンスによるねじり振動を最小限に抑える、あるいはなくすことを教示している。ここに挙げる以下の特許出願は、制御のロバスト(robust)性をより向上させるために改良したものである。「ロバストアルゴリズムを備えた自動クラッチ用の閉ループ発進および徐行の制御」と題する米国特許第5, 275, 267号は、同じ問題に取り組んでおり、システム過渡応答を整形するためにプレフィルタを設けて、個々の車両または車種に合わせて細かく特定化する必要性を軽減している。「ロバスト自動クラッチの制御方法および装置」と題する米国特許第5, 403, 249号は同じシステムに基づいており、一定の状態では強引なクラッチ連結によってエンジンに過負荷を加えることによりエンジン速度を低下させ、さらにエンジンの停止を避けるようにクラッチの急降下(急連結)の可能性をなくすことによって、ロバスト性をさらに向上させている。上記明細書に開示されているシステムには、滑り積分器が、実際には2つの積分器が直列に設けられているが、これらは内部ループ変動に対して過敏となる可能性を備えているので、状況によっては制御が困難となる。良好な制御およびロバスト性の向上は、「PID調整を伴ったロバスト自動クラッチの制御方法および装置」と題する米国特許第5, 439, 428号に開示されている改良によって得られる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】「クラッチモード制御論理」と題する米国特許第5, 378, 211号に記載されている論理では、制御の作動が発進モードか、徐行モードか、ロックアップモードか、または他のモードかを決定する。発進および徐行の両モードでは、トルク伝達を制御するためにクラッチの滑りが必要である。上記特許に示されている初期の開発技術のいずれにおいても、システムはクラッチの滑りを2つの明瞭に異なったモードで制御しており、徐行と発進との変化が運転者に明らかである。

【0007】本発明は、発進モードおよび徐行モードの代わりに使用する単一滑りモードを提供することによって、従来技術を改良する。徐行の滑らかさおよび応答性を向上させ、また熱放散を低くして寿命を長くするためにクラッチの滑りを抑えるとき、これが達成される。本発明は、上述の先行技術に基づいたものであり、さらにロバスト性を向上させたものである。このロバスト性によって、トラックの種類や積載量範囲に合わせて個別に調整することなく広範囲の重量形トラックに適用できる変速機の大量生産が可能になる。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係る自動クラッチコントローラは、動力源と、摩擦クラッチと、トルク入力部に対して振動応答を示すねじりコンプライアンス

を有する摩擦クラッチに連結された少なくとも1つの慣性負荷トラクションホイールとを含む組み合わせ体を使用されるものである。自動クラッチコントローラは、変速機シフトコントローラと共に使用されるのが好ましい。本発明の自動クラッチコントローラは、車両の始動中のクラッチ連結を滑らかにして、クラッチ連結に対する振動応答を最小限に抑えることができる。本発明の自動クラッチコントローラは大型トラックに有用である。

【0009】自動クラッチコントローラは、エンジン速度センサと変速機入力速度センサとから入力を受け取る。変速機入力速度センサは、摩擦クラッチの出力である変速機の入力部の回転速度を感知する。自動クラッチコントローラは、クラッチアクチュエータを完全切り離し位置と完全連結位置との間で制御するクラッチ連結信号を発生する。このクラッチ連結信号は、変速機入力速度が基準速度に漸近するようにして摩擦クラッチを連結させる。これによって、慣性負荷トラクションホイールのトルク入力に対する振動応答を最小限に抑えることができる。

【0010】車両の発進すなわち通常の始動中においては、変速機は始動歯車(第1速または第2速)へ作動し、制御は滑りモードに留まっている。クラッチ連結信号は、変速機入力速度がエンジン速度に漸近するようにクラッチの滑りを制御する。

【0011】完全にクラッチが連結され、アップシフトが発生したとき、制御は、クラッチを滑らせないために十分なクラッチ圧力を加えるロックアップモードに変わる。モード制御論理は、アップシフトが発生するまでロックアップモードを保持するため、始動歯車に入っているときにロックアップへの、またはロックアップからのモード変更を回避することができる。スロットルの設定およびエンジン速度が低い徐行作動中は、低速で操縦できるようにスロットル位置に対する車両応答を制御するためにクラッチ滑りが利用される。滑りモードはこれも同様に制御する。

【0012】滑りモードでは、滑り基準値がスロットル値とエンジン速度との関数として算出される。滑り基準値は、0%のスロットル値ではエンジン速度と等しく、40%のスロットル値でゼロになるまで漸減する。変速機入力速度をエンジン速度から引いて滑り値を決定し、この滑り値を滑り基準値から引いて滑り誤差を決定する。その値は、米国特許第5, 439, 428号の制御ループの後にパターン化された内部制御ループに入力されて、クラッチ連結信号を発生する。制御ループは補償器を備えており、この補償器は、予想振動数の範囲内のノッチ頻度が入れられた3次ノッチフィルタを設けることによって改良されている。この3次フィルタは、車両間の駆動系統の高および低減衰レベルの双方の融通性を向上させる。

【0013】滑りモード時に高速となった場合、エンジ

ンをペダル要求量に応答したトルク要求モードで作動させることによって、良好な制御が得られる。エンジンのトルクおよび速度が高くなることによって、ペダル要求量の増加が付随する。一定のスロットル値では、クラッチ滑りはほぼ一定に保持される。エンジン速度を高くするが滑りを低く維持すると、徐行に対する車両速度が高速になる。

【0014】本発明の上記および他の利点は、同一部分を同一の参照番号で示した添付の図面を参照した以下に詳細な説明から明らかになるであろう。

【0015】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の自動クラッチコントローラを含む自動車の駆動系統を概略的に示している。自動車には、動力源としてエンジン10が設けられている。本発明が最も適している形式の大型トラックの場合、エンジン10をディーゼル内燃機関にすることができる。アクセルペダル11は、スロットルフィルタ12を介してエンジン10の作動を制御する。一般的に、このようなエンジンへのトルク制御の入力は、空気供給量を制御するスロットル値であるが、燃料供給量等の別の制御パラメータを代わりに用いることもできる。いずれにしても、スロットルフィルタ12は、アクセルペダル11にตอบสนองしてエンジンへトルク制御信号を送るために使用される。スロットルフィルタ12は、クラッチ作動コントローラ60の一部であって、場合によってアクセルペダル11の信号を低レベル値に制限してエンジン10へ送られるスロットル信号をろ過する。エンジン10は、エンジンシャフト15にトルクを発生させる。エンジン速度センサ13は、エンジンシャフト15の回転速度を検出する。エンジン速度センサによる実際の回転速度は、エンジンのフライホイールで検出することができる。エンジン速度センサ13は、磁気センサによって歯の回転が検出される多数歯付きホイールであることが好ましい。

【0016】摩擦クラッチ20には、完全または部分連結することができる固定プレート21および可動プレート23が設けられている。固定プレート21としては、エンジンのフライホイールとすることができる。摩擦クラッチ20は、固定プレート21および可動プレート23間の連結度に応じて、トルクをエンジン軸15から変速機入力軸25へ伝達する。図1には1対の固定および可動プレートが図示されているだけであるが、クラッチ20にはこのようなプレートを多数対設けることもできることは当業者には理解されるであろう。

【0017】一般的なトルク対クラッチ位置の関数が図2に示されている。クラッチトルク/位置曲線80は、最初の連結範囲の初期接触点81より前まではゼロとなっている。クラッチ連結の増加に伴って、クラッチトルクは単調に上昇する。図2に示されている例では、クラッチトルクは、最初にゆっくり上昇し、その後急激に上

昇して、点82で完全連結したときに最大クラッチトルクに達する。一般的なクラッチ構造では、完全連結時の最大クラッチトルクが最大エンジントルクの約1.5倍であることが求められる。これにより、クラッチ20はエンジン10によって発生した最大トルクを滑りを伴わないで伝達することができる。

【0018】クラッチ20を切り離し状態から部分連結を介して完全連結まで制御するため、可動プレート23にはクラッチアクチュエータ27が結合されている。クラッチアクチュエータ27は、電気式、油圧式または空気圧式アクチュエータとすることができ、また位置または圧力制御形とすることができる。クラッチアクチュエータ27は、クラッチ作動コントローラ60からのクラッチ連結信号に従ってクラッチ連結度を制御する。クラッチアクチュエータ27は、クラッチ位置センサ28からの測定クラッチ位置をクラッチ連結信号に従わせることができるようにクラッチ連結度を制御する閉ループ装置である。接触点の決定には、好ましくはクラッチ位置センサ28により測定されたクラッチ位置が用いられる。クラッチアクチュエータ27が所望のクラッチ圧力に対応したクラッチ作動信号によって圧力制御され、クラッチ圧力センサによって測定されたクラッチ圧力フィードバックを用いることができることは、当業者には理解されるであろう。

【0019】変速機入力速度センサ31は、変速機入力軸25の回転速度を、したがって変速機30の入力を感知する。変速機30は、変速機シフトコントローラ33の制御下で駆動軸35に選択可能な駆動比を与える。駆動軸35はデファレンシャル40に連結されている。変速機出力速度センサ37は、駆動軸35の回転速度を感知する。変速機入力速度センサ31および変速機出力速度センサ37は、エンジン速度センサ13と同じ構造であることが好ましい。自動車が大型トラックである場合、デファレンシャル40は4本の車軸41～44を駆動し、これらはそれぞれのホイール51～54に連結されている。

【0020】変速機シフトコントローラ33は、ペダル11、エンジン速度センサ13、車両ブレーキ14ペダル、変速機入力速度センサ31および変速機出力速度センサ37から入力信号を受け取る。変速機シフトコントローラ33は、変速機30を制御するための歯車選択信号と、クラッチ作動コントローラ60へ送られるクラッチ連結/切り離し信号とを発生する。変速機シフトコントローラ33は、スロットル設定、エンジン速度、変速機入力速度および変速機出力速度に応じて変速機30によって与えられる最終歯車比を変化させることが望ましい。変速機シフトコントローラ33は、摩擦クラッチ20を連結すべきか切り離すべきかに応じて、それぞれ連結および切り離し信号をクラッチ作動コントローラ60へ送る。変速機シフトコントローラ33はまた、歯車信

号をクラッチ作動コントローラ60へ送る。この歯車信号によって、選択された歯車に対応する係数の組の読み出しが可能となる。変速機シフトコントローラ33は、アップシフト中に慣性ブレーキ29を短く係合させることが好ましい。これによって変速機入力軸25の回転速度を遅くさせ、高い比に連結する前に駆動軸35の速度と一致させることができる。接触点の決定には、以下に説明するようにして慣性ブレーキ29を用いることが好ましい。変速機シフトコントローラ33は本発明の一部を構成していないので、これ以上の説明は省略する。

【0021】クラッチ作動コントローラ60は、クラッチ連結信号をクラッチアクチュエータ27に送り、可動プレート23の位置を制御する。これは、図2のクラッチトルク/位置曲線80に従ってクラッチ20によって伝達されるトルク量を制御する。クラッチ作動コントローラ60は、変速機シフトコントローラ33の制御の下で作動する。クラッチ作動コントローラ60は、変速機シフトコントローラ33からの連結信号を受け取り、切り離し位置から少なくとも部分的連結へと、または完全連結位置へと可動プレート23を移動させるよう制御する。好適な実施例では、クラッチ連結信号は、所望のクラッチ位置を表わすものとする。この所望の位置への可動プレート23の移動を制御するために、クラッチアクチュエータ27は、クラッチ位置センサ28からの測定クラッチ位置を用いる閉ループ制御システムを含んでいることが好ましい。また、クラッチ連結信号を所望のクラッチ圧力で表し、この所望の圧力への閉ループ制御をクラッチアクチュエータ27により行うことも実現可能である。

【0022】クラッチ作動コントローラ60の機能は、接触点81と完全連結位置との間のクラッチ位置の制御のみに必要である。接触点81以下の位置でのクラッチ連結では、クラッチ20が完全に切り離されているため、トルク伝達の可能性はまったくない。変速機シフトコントローラ33から連結信号を受け取ると、クラッチ作動コントローラ60は接触点81に対応した点にクラッチ20を迅速に前進させることが好ましい。これにより、クラッチ連結制御のゼロ点は接触点81に設定される。クラッチが連結された後は、クラッチ作動コントローラ60の制御機能によって制御される。

【0023】クラッチの接触点を作動中または前もって決定することはすでに公知である。接触点が発生するクラッチ位置またはクラッチ圧力を識別するテストプロセスによって接触点を前もって決定することが好ましい。接触点プロセスは、「クラッチ接触点の識別」と題する米国特許第5,337,868号および「クラッチ接触点識別アルゴリズム」と題する米国特許第5,393,274号に十分に開示されており、これらの特許は本発明の譲受人に譲渡されており、参考として本説明に含まれる。このプロセスは、クラッチ作動コントローラ60

の制御機能の部分集合(subset)であることが好ましい。

【0024】接触点の決定には、変速機30をニュートラルに入れて、慣性ブレーキ29を掛けることを伴う。慣性ブレーキ29は、通常はアップシフト中に変速機入力軸25の回転速度を駆動軸35の回転速度に一致させることを助けるためのものである。シフト中はクラッチ20が切り離されているので、必要な制動量は非常に小さい。慣性ブレーキ29は、アイドリングエンジントルクの約5%の制動トルクを発生するにすぎない。エンジン10のアイドリング中、変速機入力速度がエンジンアイドル速度の所定割合に達するまで、クラッチ20は徐々に連結される。図2の点83に対応するクラッチ連結度は、慣性ブレーキ29のわずかな制動トルクに打ち勝ってクラッチ20を介してトルクを伝達することができる連結度である。このクラッチ連結度から小さい一定のオフセット量85が差し引かれ、接触点81が決定される。

【0025】図3は、クラッチ作動コントローラ60の部分集合であるクラッチモード制御論理の入力および出力を示す図である。この論理は、エンジンおよび変速機の作動状態に従ってモードを定めるもので、クラッチの作動制御に使用され、またスロットルフィルタの作動にも使用される。この論理へは、センサ13からのエンジン速度(ES)を表す信号、センサ31からの入力速度(IS)を表す信号、ペダル11からのアクセルペダル位置を表す信号、およびクラッチ位置が所定の接触位置に達したときに発生する接触点信号が入力される。この論理からは、以下に述べる4モードのうちの1つが出力される。

【0026】接触点接近モード：ここでは、クラッチに接触点への移動が命令される。ペダル信号が最低閾値を越えることにより自動モードオフ状態から抜けるとき、このモードはクラッチを閉じ始める待機状態にあるが、接触点にはまだ達していない。クラッチがすでに連結している場合には、連結度を接触点まで減少させる。このモードでは、エンジン制御信号は発生しない。

【0027】滑りモード：接触点に達し、ペダル信号が最低レベル(3%)より高く、変速機が始動歯車に噛み合っているときに、このモードとなる。ペダルが閾値、例えば40%より低い状態の徐行中の場合には、入力速度がエンジン速度の割合に滑らかに近づき、クラッチが滑って低速に車両操縦ができるようにクラッチ連結が制御される。ペダル位置が閾値より高い発進状態の場合、入力速度をエンジン速度まで滑らかに高めることができるようにエンジン速度に応じた速度で連結するように、クラッチが制御される。

【0028】ロックアップモード：このモードには、始動歯車(第1速または第2速)からのアップシフトときに、スリップモードから入る。このモードでは、クラッチ制御信号がクラッチを完全連結させる。エンジン速

度およびペダル信号が低くなったときおよび／または車両ブレーキが掛けられたときだけ、このモードから抜ける。このモードはスロットルフィルタ機能を終了させ、制御信号はペダル信号と等しくなる。

【0029】自動モードオフ：クラッチコントローラが自動モードにあるときに、上記4モードのうちの1つが働く。このような自動作動がないときに、自動モードオフが働く。一般的に、ペダル信号がゼロかそれに近くなるか、またはエンジン速度がアイドルリングに近くなる。この状態では制御信号はまったく出力されず、クラッチに完全切り離しが命令される。

【0030】図4のバブル図はクラッチモード制御論理を示している。特定のエンジン／変速機の組み合わせに適用できる例として、具体的な数字が図中に示されている。他の用例では別の数字が適している。各数字は、フルスケールすなわち表示されたパラメータの最大値に対する小数で示した割合である。例えば、エンジンのアイドルリング速度は25%すなわち0.25である。アイドルリングより高い一定速度を表すために0.27の値が選択されており、0.188より低いエンジン速度は停止状態に近づいている。また、低いスロットル信号が意図的なものであることを確なものとするため、システムには3%すなわち0.03より低いペダル値をゼロ信号として処理させることが必要である。

【0031】図4のバブル図には、自動モードオフ状態に入る。ペダル信号PEDが0.03を超える時、接触点接近モードが作動する。接触点接近モードにある時に、ペダル信号PEDが0.03より低くなり、ブレーキが掛けられると、モードは自動モードオフに戻る。接触点TPに到達し、ペダル信号PEDが3%より大きくなるまで、接触点接近モードから動作が発生することなく、そのような状態となった時には滑りモードが作動する。ペダル信号PEDが3%より低くなると、接触点接近モードに戻る。エンジン速度ESが停止状態に近い($ES < 0.188$)か、またはブレーキが掛けられて、ペダル信号PEDが0.03より低い場合、論理は自動モードオフに戻る。クラッチがうまく連結した場合、変速機が第2速以上の歯車へシフトしてれば、ロックアップモードに入る。変速機が第1速または第2速歯車に戻らなければ、コントローラはロックアップモードを維持し、変速機が第1速または第2速歯車に戻れば、ロックアップモードから滑りモードに戻る。ペダルが解放されて、エンジン速度が「アイドルリングを越える」点より低くなるのに加えてブレーキ信号が存在する場合、コントローラは自動モードオフへ進める。

【0032】図5は、クラッチ作動コントローラ60の制御機能を概略的に示している。図1にも示されているように、クラッチ作動コントローラ60は、スロットル11からスロットル信号を、エンジン速度センサ13からエンジン速度信号を、変速機入力速度センサ31から

変速機入力速度信号を受け取る。図5に示されてたクラッチ作動コントローラ60は、クラッチアクチュエータ27へ送られて摩擦クラッチ20を作動させるためのクラッチ連結信号を発生する。クラッチ作動の度合いは、スロットル設定、エンジン速度および車両特性と協働して、変速機入力速度センサ31で感知されてクラッチ作動コントローラ60へ送られる変速機入力速度を決定する。従って、図5に概略的に示されている制御は、閉ループシステムである。

【0033】クラッチ作動コントローラ60は、マイクロコントローラ回路によって実現されることが好ましい。エンジン速度、変速機入力速度およびスロットル設定に対応した入力信号はデジタル形式でなければならない。好ましくは、これらの入力信号を、マイクロコントローラの作動速度と調和して、所望の制御を行うのに十分な速度でサンプリングする。前述したように、エンジン速度、変速機入力速度および変速機出力速度は、歯の回転を磁気センサで検出する多数歯付きホイールによって検出するのが好ましい。磁気センサによって検出されるパルス列は、所定の間隔で計数される。それぞれのカウンタ値は測定される速度と正比例する。適正に制御するため、車両が後退する場合には変速機入力速度信号の符号がマイナスとならなければならない。入力軸25の回転方向を検出する何らかの方法が必要とされる。そのような方向感知は公知であり、これ以上は詳細に説明しない。スロットル設定値は、電位差計等のアナログセンサによって検出されるのが好ましい。このアナログスロットル信号は、マイクロコントローラが使用できるように、アナログ／デジタル変換器によってデジタル化される。マイクロコントローラは、図5に示されているプロセスを公知のようにして離散形差分方程式によって実行する。従って、図5に示されている制御プロセスは、独立したハードウェアというよりも、本発明を具現するマイクロプロセッサのプログラムの仕方を示したものと見なされるべきである。十分な能力を持ち、適正にプログラムされているならば、同じマイクロコントローラがクラッチ作動コントローラ60および変速機シフトコントローラ33の両方の機能を果たすことが可能である。インテル社製の80C196型のマイクロコントローラは、このように機能するための十分な計算能力を備えていると考えられる。

【0034】滑り基準値発生器62は、スロットル信号を受け取り、0%のスロットル値でエンジン速度ESの100%に等しく、40%のスロットル値でエンジン速度の0%になるまで漸減する図6に示された関数に従って滑り基準値信号を発生させる。直線的な減少が適当であることがわかっているが、他の関数を使用することもできる。このように、滑り基準値は、エンジン速度およびスロットル位置の両方の関数である。代数加算器64により入力速度をエンジン速度から引いて滑り信号を計

算し、代数加算器66によりこの滑り信号を滑り基準信号から引いて滑り誤差信号を決定する。制御の他の部分は、米国特許第5,439,428号のものと同様であり、これは先に引用しており、参考として本説明に含まれる。滑り誤差信号は、PID（比例・積分・微分）制御器(regulator)68へ送られる。この制御器は制御方法論では公知であり、様々な形式を取ることができる。本例では、PI制御器を代わりに使用して、微分項をなくすることができる。PID制御器の出力はプレフィルタ70へ送られる。代数加算器72は、プレフィルタの出力と変速機の入力速度との差を計算する。この差は補償器74へ送られる。補償器74は、トルク入力に対する車両のねじり振動応答のほぼ逆のモデルを含んでおり、3次ノッチフィルタを備えている。補償器74は、車両の駆動システムの伝達関数の変動によるクラッチ作動コントローラ60の閉ループ応答の変動を減少できるように選択された利得対周波数の関数を含み、特に低周波数で利得を増加させて、システムのロバスト性を向上させる。

【0035】エンジン速度微分信号によってクラッチ連結信号内にフィードフォワード信号が与えられる。微分補償器または加速度補償器78は、エンジン速度の変化率に応じた微分信号を発生するが、小さいエンジン減速による急激な減少を防止することできるように低域通過フィルタ76でろ過される。このエンジン速度微分信号と積分器80から発生したその積分信号は、代数加算器82に送られる。代数加算器82は、補償器74の出力と、加速度補償器78からのエンジン速度微分信号と、積分器80からの積分信号とを合計して、クラッチ連結信号を発生する。クラッチアクチュエータ27は、このクラッチ連結信号を用いて、クラッチの連結度を制御する。

【0036】フィードフォワード信号は、エンジン速度が加速している時のクラッチ作動コントローラ60の応答を向上させることができる。エンジン速度が加速している状態では、フィードフォワード信号によって、エンジン加速率に比例した迅速なクラッチ20の連結が行われる。駆動システムトルクが安定する前は、スロットル全開状態でエンジン速度が急激に上昇する可能性がある。その理由は、このフィードフォワード応答を備えていないクラッチ作動コントローラ60の応答速度が、ピークエンジン応答速度に較べて低いからである。このフィードフォワード応答を備えていれば、急激なエンジン加速によって備えていない場合よりも迅速なクラッチ連結が得られる。さらにクラッチが連結することは、エンジンからのトルクをさらに必要とするため、エンジン速度の上昇を抑制するのに役立つ。エンジン速度が一定値に達すると、微分項がゼロまで減少し、積分器80が、エンジン速度を抑制するために必要なクラッチ連結を保持する。次に、制御機構の他の部分が、変速機入力速度を基準速度に漸近的に収束させるように機能する。

【0037】この改良形制御アルゴリズムは、米国特許第5,439,428号に開示されているすべての利点に加えて、さらに幾つかの利点を備えている。滑り基準値信号は、非常に低いスロットル位置において大きなクラッチの滑りを可能にするが、スロットル値の増加に伴って、クラッチの滑りを急激に減少させる。最終的な結果として、作動が滑らかになるだけでなく、正味滑り値が減少して、クラッチの寿命が向上し、熱放散が低くなる。アルゴリズムをうまく変化させるため、様々なタイプの重量形トラックの輸送可能性を極めて高めることができることがわかっている。補償器に2次フィルタの代わりに使用されている3次フィルタは、駆動システムの振動を除去するのに効果的であると共に、ロバスト性だけでなく車両間の駆動系統の高および低減衰レベルの双方の融通性(transportability)を向上させる。この改良形クラッチ制御は、特に米国特許第5,403,249号に開示されているような凍結論理機能(freeze logic feature)と共に使用するのに適している。

【0038】従来システムからモード論理を変えてアップシフトの前のロックアップを避けることによって、徐行中にロックアップへ移動する望ましくない結果が回避される。このようにして、本システムでは、高スロットルの場合でも滑りモードにとどまる。滑りがゼロの状態は、この滑りモードのときに存在する場合もある。このようにして、例えば負荷の増加等によって滑りが再開するが、この再開へのシフトは運転者には感じられない。スロットル値が40%より低い状態で滑り基準信号が発生した時、制御基準は滑り基準値となる。しかしながら、スロットル値が40%より高い状態で滑り基準値がゼロである時、別個の始動すなわち発進モードを必要とする従来のシステムの場合と同様に、エンジン速度が制御基準となることに注意されたい。

【0039】

【発明の効果】本発明によれば、発進モードおよび徐行モードの代わりに使用する単一滑りモードを提供することによって、従来技術を改良することができる。徐行の滑らかさおよび応答性を向上させ、また熱放散を低くして寿命を長くするためにクラッチの滑りを抑えるとき、これが達成される。本発明は、上述の先行技術に基づき、さらにロバスト性を向上させることができる。このロバスト性によって、トラックの種類や積載量範囲に合わせて個別に調整することなく広範囲の重量形トラックに適用できる変速機の大量生産が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】クラッチを介しエンジンによって駆動される変速機と、本発明を実施するためのエンジンおよびクラッチコントローラの概略図である。

【図2】クラッチ位置の関数としてクラッチトルクを示す曲線である。

【図3】入力および出力を示すクラッチ制御論理プロッ

クの説明図である。

【図4】図3のクラッチ制御論理のバブル論理図である。

【図5】本発明に従った自動クラッチコントローラの機能を示すブロック図である。

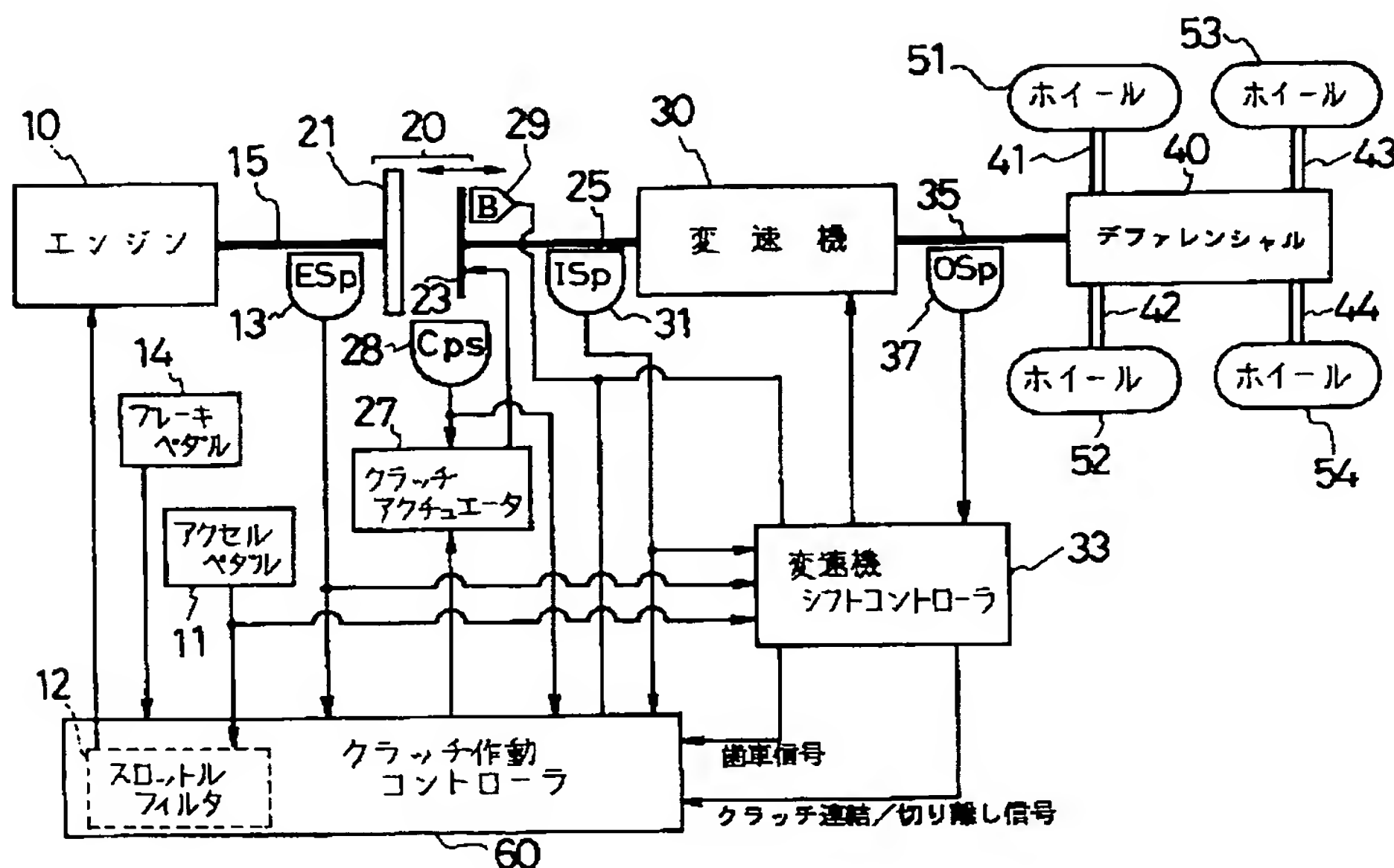
【図6】本発明に従った、図5に用いられている滑り基準値関数を説明するグラフである。

【符号の説明】

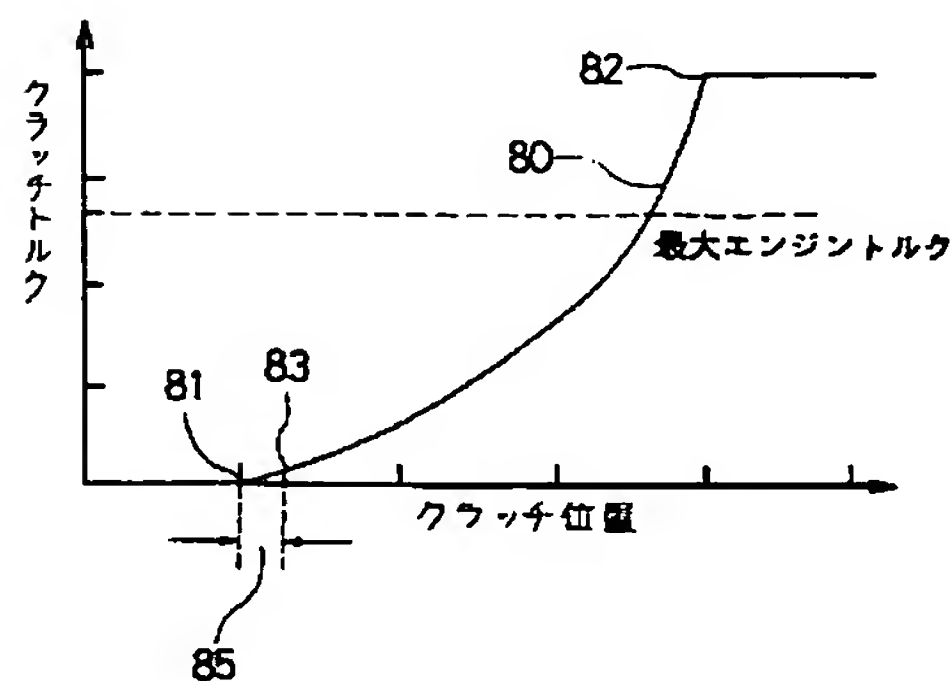
10 エンジン
12 スロットル

13 エンジン速度センサ
20 摩擦クラッチ
25 変速機入力軸
27 クラッチアクチュエータ
30 変速機
31 変速機入力速度センサ
35 出力軸速度センサ
62 スリップ基準値発生器
68 PID制御器

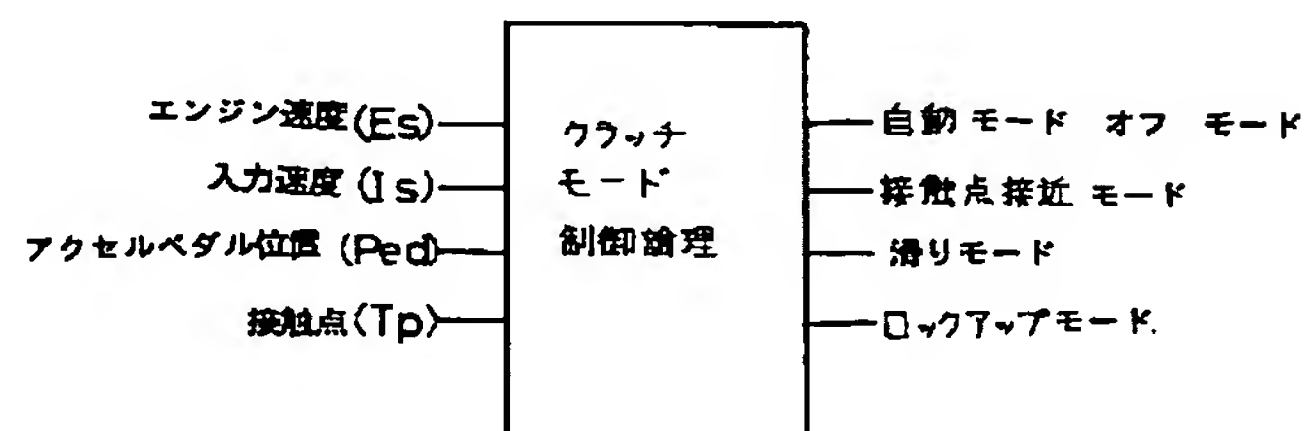
【図1】



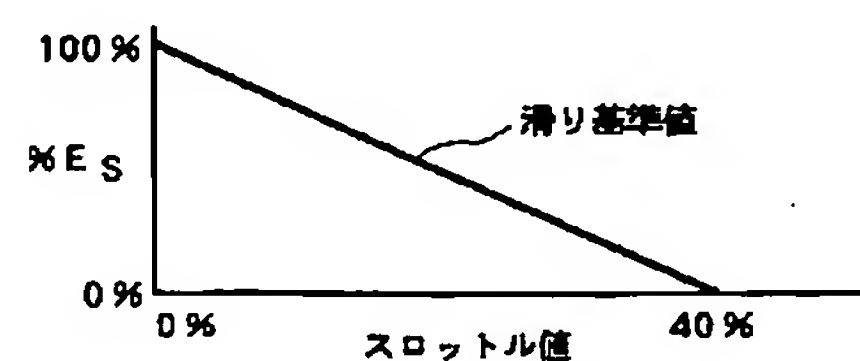
【図2】



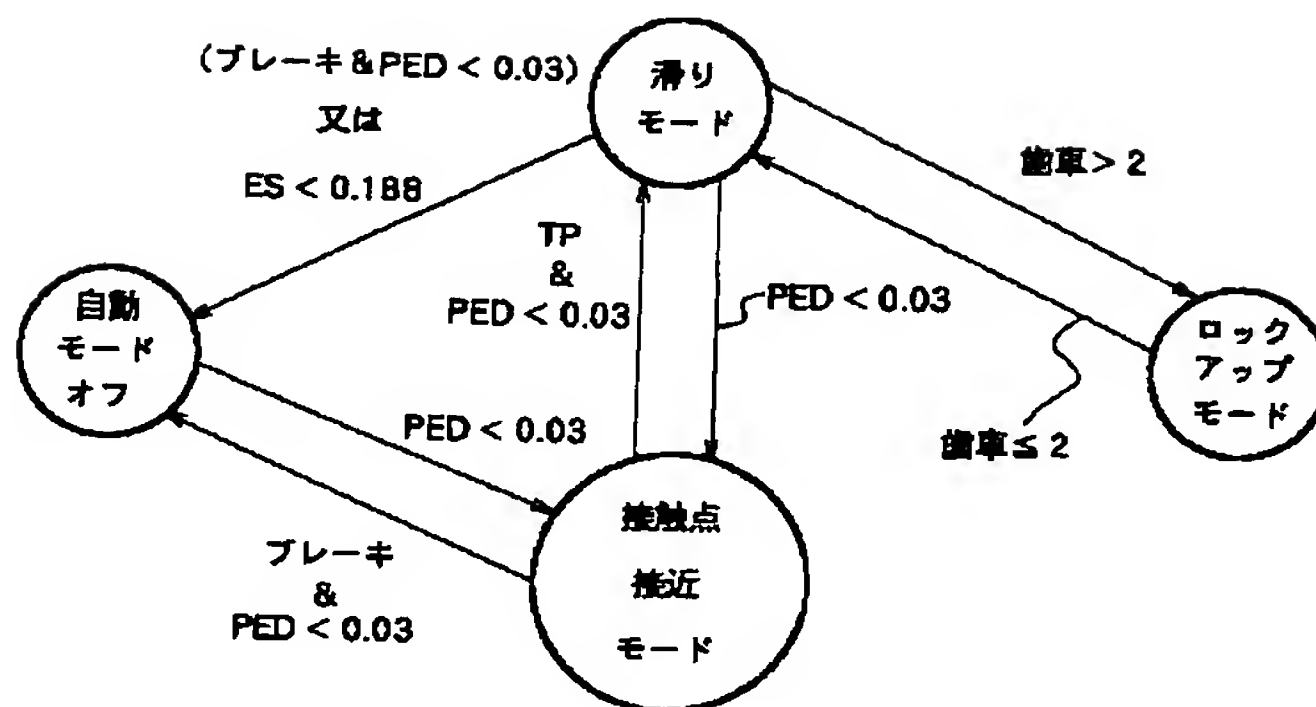
【図3】



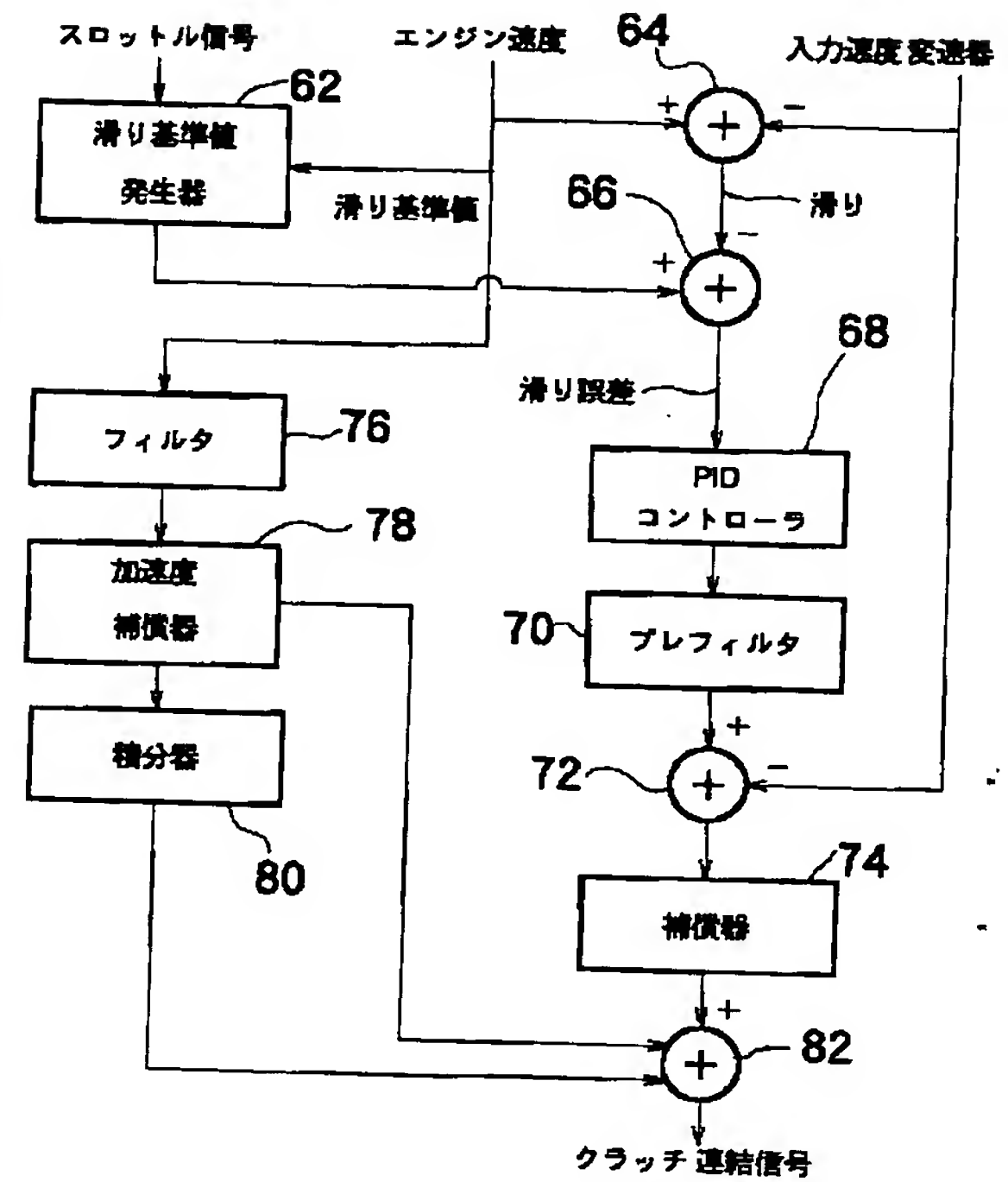
【図6】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(71)出願人 390033020
Eaton Center, Cleveland,
Ohio 44114, U. S. A.

(72)発明者 クオック ワー チャン
イギリス国, ランカシャー ピーアール7
2ワイエー, チョーレイ, ロング ミー
ードウ 40